

Lecteurs, votre attention s'il vous plait ! Le rôle de l'attention visuelle en lecture

Svetlana Meyer, Julien Diard, Sylviane Valdois

▶ **To cite this version:**

Svetlana Meyer, Julien Diard, Sylviane Valdois. Lecteurs, votre attention s'il vous plait ! Le rôle de l'attention visuelle en lecture. A.N.A.E. Approche neuropsychologique des apprentissages chez l'enfant, 2018. hal-02002545

HAL Id: hal-02002545
https://hal.science/hal-02002545

Submitted on 31 Jan 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Titre : Lecteurs, votre attention s'il vous plait ! Le rôle de l'attention visuelle en lecture.

Auteurs : Svetlana Meyer, Julien Diard, Sylviane Valdois

Mail premier auteur : svetlana.meyer@univ-grenoble-alpes.fr

Adresse : Univ. Grenoble Alpes, LPNC-CNRS 5105, BSHM-1251 Avenue Centrale, CS40700, 38058 Grenoble Cedex 9

Svetlana Meyer : doctorante rattachée au laboratoire de Psychologie et NeuroCognition (CNRS UMR 5105) de l'université Grenoble-Alpes.

Julien Diard : Chargé de recherche au CNRS, rattaché au Laboratoire de Psychologie et NeuroCognition (UMR 5105) de l'université Grenoble-Alpes

Sylviane Valdois : directrice de recherche au CNRS, rattachée au Laboratoire de Psychologie et NeuroCognition (UMR 5105) de l'université Grenoble-Alpes.

Abstract :

FR :

La lecture est un processus complexe, dans lequel l'attention visuelle tient une place importante. L'empan visuo-attentionnel, c'est-à-dire le nombre d'éléments visuels distincts que l'on peut analyser simultanément en une fixation, est tout particulièrement impliqué dans l'apprentissage de la lecture. Son entraînement est donc important, tant en prévention qu'en remédiation des difficultés en lecture. Les jeux vidéo d'action peuvent être des supports d'entraînement inattendus mais pertinents.

ANG :

Reading is a complex skill, which heavily relies on visual attention. The visual attention span, i.e. the number of distinct visual elements ones can visually process simultaneously in one fixation, is more specifically linked to reading acquisition. Training tools need to target it so as to prevent or remediate reading difficulties. Surprisingly, action video games could be a way to train efficiently visual attention span.

ESP : Leer es un proceso complejo, para lo que visual atención es muy importante. VA span, es decir el numero de ítems que pueda ser analizado al mismo tiempo en una fixación, es especificamente vinculado en aprendizaje de la lectura . Entrenamientos deberan centrarse en esto para prevenir o remediar los difficultades para leer. Sorprendentemente, videojuegos de accion podrian ser un instrumento eficiente.

Mots clefs : attention visuelle, empan visuo-attentionnel, lecture, apprentissage de la lecture

1. L'attention en lecture ?

Les compétences les plus entraînées à l'école pour favoriser l'apprentissage de la lecture sont les compétences phonologiques. Les programmes scolaires français accordent à leur entrainement une large place, proposant aux enseignants de recourir à divers types d'exercices comme les tâches de rime ou de comptage syllabique en maternelle et d'entraîner spécifiquement l'identification et la manipulation des phonèmes (les plus petites unités qui composent les mots parlés) en début de primaire (Ministère de l'Éducation nationale., 2016). Étant donné le lien étroit largement attesté entre les capacités de traitement phonologique et l'apprentissage de la lecture (Caravolas el al., 2013; Melby-Lervåg, Lyster, & Hulme, 2012), on ne peut que se féliciter de ces recommandations. Les compétences phonologiques ne sont cependant pas les seuls pré-requis à l'apprentissage de la lecture. Plus récemment, l'accent a été mis sur l'importance du vocabulaire (Conseil national d'évaluation du système scolaire, 2016). Ce sont donc essentiellement les dimensions langagières et phonologiques dont l'importance est soulignée pour favoriser l'apprentissage de la lecture.

Cet article vise à s'interroger sur le rôle de l'attention visuelle dans l'apprentissage de la lecture. Occupant une place très restreinte dans les modèles de lecture (Phénix, Diard, & Valdois, 2017), le rôle de l'attention visuelle dans l'apprentissage de la lecture a longtemps été jugé mineur par les chercheurs du domaine (« Learning to read is sometimes erroneously considered to be a visual skill, but it is actually a linguistic process. »[1], Goswami, 2015, p.43). Pourtant, depuis plusieurs années, de nombreuses études suggèrent que l'attention visuelle est mobilisée en lecture normale (Auclair & Siéroff, 2002; Waechter, Besner, & Stolz, 2011) et qu'elle joue un rôle majeur dans l'apprentissage de la lecture (Franceschini, Gori, Ruffino, Pedrolli, & Facoetti, 2012; Valdois, Bosse, & Tainturier, 2004). Ce rôle est confirmé par les nombreuses études menées sur des populations dyslexiques, qui témoignent de l'existence d'un déficit de l'attention visuelle dans ces populations (Valdois, 2010, 2017a). Par ailleurs, plusieurs résultats plaident pour un lien causal entre les capacités visuo-attentionnelles des apprentis lecteurs et leur futur niveau de lecture (Franceschini et al., 2013 ; Valdois et al., 2014).

2. Propriétés générales de l'attention visuelle

Attention, concentration, engagement... dans le vocabulaire courant, ces termes sont parfois utilisés de manière équivalente. Pour les chercheurs, ce sont en réalité des concepts différents dont le lecteur trouvera une définition dans l'article d'Eric Siéroff du présent numéro. D'une façon générale, l'attention peut être appréhendée comme une ressource transversale impliquée dans la plupart des activités humaines. On peut aussi s'interroger sur les dimensions attentionnelles propres à chaque modalité (visuelle ou auditive notamment), laissant ouvert la question de savoir si chaque modalité puise dans des ressources attentionnelles communes (Fougnie, Cockhren, & Marois, 2018). Nous nous focalisons ici plus spécifiquement sur les ressources attentionnelles mobilisées lors du traitement d'informations visuelles.

[1] L'apprentissage de la lecture est quelquefois considéré à tort comme une compétence visuelle, mais c'est en réalité un mécanisme linguistique (traduction de l'auteur)

L'attention visuelle est indispensable au traitement visuel du monde qui nous entoure, dans la mesure où elle conduit à améliorer l'analyse perceptive des éléments de la scène visuelle et, ainsi, à mieux les identifier. De nombreuses recherches ont porté sur les propriétés de l'attention visuelle (Carrasco, 2011). Elles ont conduit à identifier quatre propriétés de l'attention visuelle :

- La limitation des ressources attentionnelles : nous disposons d'une quantité limitée d'attention visuelle, ce qui empêche d'identifier parfaitement et d'un seul coup d'œil l'ensemble des éléments de la scène visuelle.
- La sélectivité : étant donné la limitation des ressources attentionnelles, nous devons sélectionner les portions de la scène visuelle qui seront traitées en priorité. Cette sélection peut être motivée par des informations internes (par exemple, les attentes du sujet ou la tâche qu'il doit exécuter…) ou des informations externes contenues dans la scène visuelle (par exemple, l'aspect très saillant de l'un des objets).
- Le compromis : plus grande est la quantité d'attention allouée à une région de la scène visuelle, meilleur est le traitement visuel des éléments qui la composent ; mais cela est au détriment du reste de la scène visuelle.
- L'indivisibilité : on ne peut pas allouer son attention à deux régions disjointes de la scène visuelle.

Les trois premières propriétés de l'attention visuelle font largement consensus dans la littérature, alors que la dernière fait encore débat dans la communauté scientifique (Jans, Peters, & De Weerd, 2010).

Ainsi, une quantité donnée de ressources attentionnelles peut être allouée à une portion d'intérêt de la scène visuelle. Cette portion a nécessairement un centre qui correspond à la région qui reçoit le maximum (ou pic) d'attention, et une surface, qui correspond à la dispersion, ou la zone de déploiement de l'attention autour du pic (noté σ sur la Figure 1). Mathématiquement, la distribution des ressources attentionnelles sur la scène visuelle peut être représentée par une fonction gaussienne en deux dimensions, décrite par son « centre » et sa « dispersion » σ (voir Figure 1). Plus la dispersion de l'attention autour du pic est grande, plus l'amplitude attentionnelle au pic est faible, ce qui entraîne une moins bonne perception des éléments de la zone de déploiement de l'attention. Inversement, pour une même quantité de ressources attentionnelles, une faible dispersion de l'attention entraîne une zone de déploiement plus petite et une amplitude plus forte au pic, ce qui garantit une très bonne identification des éléments dans la zone de déploiement attentionnel. Une conséquence du compromis attentionnel est donc que la qualité du traitement dépend de la dispersion de l'attention. Plus la dispersion est grande, plus les ressources sont largement distribuées et moins le traitement perceptif sera efficace (Castiello & Umiltá, 1990).

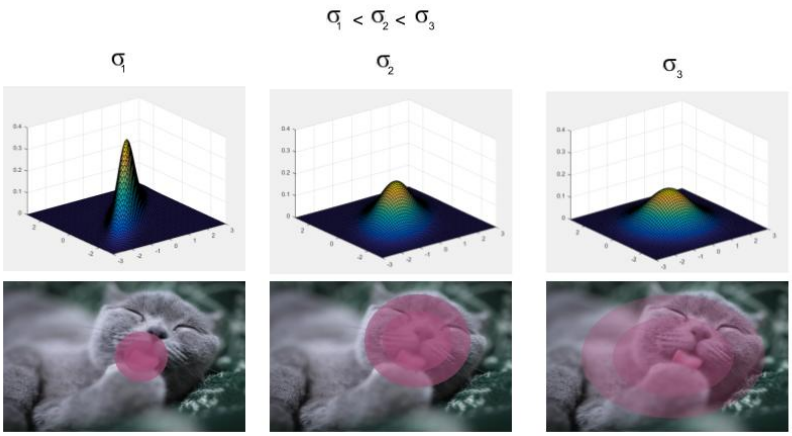


Figure 1 : Illustration pédagogique de la description mathématique de l'attention visuelle (en haut) associée à sa possible répartition sur une image (en bas). Trois distributions de l'attention sont décrites qui diffèrent par leur dispersion, σ , plus ou moins étendue. En haut, les axes x et y correspondent aux axes de la scène visuelle, l'axe z correspond à la quantité d'attention allouée sur chaque point. En bas, l'ellipse rose représente la quantité d'attention visuelle répartie sur l'image : plus le rose est intense, plus la concentration d'attention est grande.

Étant données les propriétés de l'attention visuelle, le traitement des informations dans la scène visuelle peut nécessiter un déplacement de l'attention. Ceci s'observe aisément dans les tâches de recherche visuelle, lorsque la cible et les distracteurs partagent plusieurs caractéristiques, comme dans la Figure 2. Rechercher la cible (le O noir) implique alors de déplacer son attention d'une région à l'autre de l'image jusqu'à ce que la cible se trouve dans la région de focalisation attentionnelle.

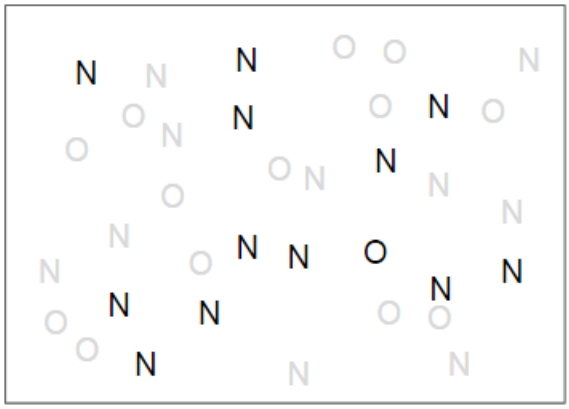


Figure 2 : Exemple d'une tache de recherche en conjonction (consigne : « recherchez le O noir parmi des O gris et des N noirs »).

On peut aussi manipuler expérimentalement le déplacement de l'attention. C'est le cas notamment des expériences dites « de Posner » où l'on demande aux sujets de détecter une cible dont l'apparition est précédée d'un indice (Posner, 1980). Les participants doivent appuyer sur

une touche du clavier dès qu'ils détectent l'apparition de la cible (par exemple, une croix qui apparaît aléatoirement à gauche ou à droite de l'écran). L'indice (un cercle flashé) est présenté soit au futur emplacement de la cible (condition valide), soit à un autre emplacement (condition invalide). Lorsqu'il apparait, l'indice attire l'attention des participants qui allouent alors des ressources attentionnelles à la portion de l'espace dans laquelle l'indice est apparu. Si la cible apparaît ensuite dans le même espace, les temps de détection sont plus courts que lorsque la cible apparaît du côté opposé. En fait, la cible ne peut pas être détectée immédiatement si l'attention est portée du côté opposé : il faut d'abord que le participant reporte son attention du côté de la cible, pour qu'elle soit ensuite traitée. Ce paradigme expérimental démontre bien que l'allocation de ressources attentionnelles est indispensable au traitement perceptif des stimuli.

Nous allons voir que la description du comportement attentionnel lors du traitement de scènes visuelles peut facilement être transposée dans le domaine de la lecture. Mais interrogeons-nous d'abord sur la plausibilité d'une implication de l'attention en lecture.

3. Implication de l'attention en lecture

La question du rôle de l'attention visuelle en lecture est controversée. L'hypothèse d'une lecture automatique des mots (sans attention) a été formulée très tôt en psychologie cognitive. Elle est basée sur des études utilisant l'effet Stroop. Dans ce paradigme expérimental, on demande au participant de dénommer la couleur dans laquelle des mots sont écrits. Il n'y a pas de difficulté à dire « rouge » pour le mot « lion » écrit en rouge ou pour le mot « rouge » écrit en rouge. Par contre, les choses se corsent pour les conditions incongrues, lorsque le mot correspond à un nom de couleur écrit dans une couleur différente (par exemple, le mot « bleu » écrit en rouge). On montre alors que le temps nécessaire pour énoncer la couleur dans laquelle est écrit le mot augmente dans la condition incongrue. Ce résultat suggère qu'on ne peut pas s'empêcher de traiter (lire) le mot écrit même quand la tâche ne demande pas de le faire, et même si lire le mot rend la tâche plus difficile. Ceci a été interprété comme démontrant que la lecture des mots est automatique. Des résultats similaires sont obtenus lorsque les positions du mot et de la couleur sont dissociées (le mot « bleu » et un patch de couleur rouge). Un indice attirant l'attention vers le patch de couleur n'empêche pas le traitement implicite du mot et l'interférence caractéristique de l'effet Stroop (Lachter, Ruthruff, Lien, & McCann, 2008).

Néanmoins, des résultats récents suggèrent que ce paradigme ne garantit pas un traitement non attentionnel du mot. En effet, peu de ressources attentionnelles suffisent pour traiter une couleur simple, si bien qu'une partie des ressources attentionnelles pourrait être mobilisée pour le traitement du mot. En effet, lorsque le traitement de la zone de couleur est suffisamment exigeant (par exemple, une zone composée de deux couleurs et on demande de reporter la couleur dominante), le mot n'a plus d'effet sur le traitement de la zone de couleur : l'attention visuelle est alors entièrement mobilisée pour analyser la zone de couleur (Robidoux & Besner, 2015).

D'autres études qui ont choisi de manipuler l'attention visuelle lors du traitement de mots ou de séquences de lettres (des pseudo-mots – séquences orthographiquement légales non

connues, comme VIRDIN –, ou des non-mots – séquences illégales, comme GHTC) démontrent également une implication de l'attention en lecture. L'une d'entre elles a présenté aux participants des séquences dont ils devaient décider s'il s'agissait de mots ou de non-mots (McCann, Folk, & Johnston, 1992). A chaque essai, un mot était présenté aléatoirement au-dessus ou au-dessous du point de fixation précédé d'un indice valide ou invalide. Si les chaînes de lettres sont analysées sans attention visuelle, la validité de l'indice ne devait avoir aucun effet : quel que soit l'endroit vers lequel l'attention est orientée, le mot sera traité de la même manière. Or, quand l'indice apparait au même endroit que la séquence de lettres, il s'avère que les temps de réaction des participants sont plus courts qu'en condition invalide. Cela suggère que l'attention visuelle joue bel et bien un rôle dans le traitement visuel des mots. Par ailleurs, l'effet de l'indice est similaire pour les mots et les non-mots, suggérant que l'attention est impliquée quelle que soit la nature des séquences de lettres à traiter.

Une autre étude a été menée afin d'évaluer le déploiement de l'attention selon la nature de la séquence à lire. Une procédure d'indiçage spatial était utilisée lors du traitement de mots et de pseudo-mots de longueur variable que les participants devaient lire (Auclair & Siéroff, 2002). L'indice était présenté avant le mot (ou pseudo-mot) pour attirer l'attention des participants vers le début ou la fin de la séquence, qui était ensuite présentée pour un temps bref. Les résultats montrent que les lettres sont mieux identifiées du côté de l'indice pour les pseudo-mots et que cet effet facilitateur ne varie pas avec la longueur du pseudo-mot. En revanche, le traitement des mots est moins sensible à la présentation de l'indice. Un effet de l'indice sur les mots n'est observé que dans des conditions de traitement particulièrement difficiles (mots longs ou temps de présentation très courts). Pris ensemble, ces résultats suggèrent que l'attention est d'autant plus mobilisée que la difficulté de la séquence à lire augmente. Ils sont également compatibles avec un déploiement différent de l'attention selon que la séquence est un mot ou un pseudo-mot. Le faible impact du biais attentionnel induit par l'indice dans le cas des mots suggère que l'attention se déploie rapidement et couvre l'ensemble de la séquence de lettres. Par contre, l'effet plus marqué de l'indice sur les pseudo-mots suggère un déploiement séquentiel de l'attention à partir de la position indicée, aussi bien pour les pseudo-mots longs que pour les pseudo-mots courts.

Donc, les données disponibles suggèrent que l'attention visuelle est impliquée aussi bien en lecture de mots que de pseudo-mots. Pourquoi a-t-on besoin d'attention pour lire ?

Les propriétés du système visuel expliquent la nécessité de l'attention visuelle. Notre vision des lettres est en fait trop dégradée pour que la lecture repose sur un simple traitement visuel de la séquence à lire, sans implication de l'attention. Hormis le fait que certaines lettres soient plus difficiles à identifier avec certitude du fait de leur ressemblance visuelle avec d'autres lettres (e.g., m-n ou E-F), deux autres mécanismes perturbent le traitement visuel des lettres. Un premier mécanisme est le gradient d'acuité (voir Figure 3a pour une illustration). Seule une toute petite portion de notre rétine, la fovéa (2 degrés angulaires), a une résolution suffisante pour identifier sans ambiguïté les lettres qui composent les mots. Plus on s'éloigne du centre de la rétine, moins les lettres sont faciles à identifier. Cela est dû au gradient d'acuité. Le second est le phénomène de *crowding* (ou « encombrement visuel » en français) qui renvoie au fait que l'identification d'une lettre est plus ou moins précise selon son

environnement. Les informations portées par la lettre sont bruitées par les lettres voisines. Ce phénomène de *crowding* implique qu'une lettre entourée de lettres (par exemple le C de TCR) sera plus difficilement identifiée que si elle était seule. Les lettres adjacentes se masquent mutuellement. Ainsi, les lettres initiale et finale d'un triplet (T et R pour TCR), qui n'ont qu'une lettre voisine, sont mieux perçues que la lettre centrale qui, elle, subit l'interférence des deux lettres qui l'entourent (voir Figure 3b). L'impact du *crowding* en lecture est bien connu et il a été démontré qu'une augmentation raisonnable de l'espace entre les lettres du mot permet de réduire le masquage entre lettres adjacentes et ainsi de lire plus vite les mots (Martelli et al., 2009).

Deux mécanismes perceptifs réduisent donc la visibilité des lettres dans le mot : d'une part, la baisse d'acuité en fonction de la distance par rapport au point de fixation et d'autre part, les interférences entre lettres voisines. C'est là que l'attention visuelle entre en jeu : en effet, son effet principal est d'augmenter la lisibilité des lettres dans le mot. La manière dont l'attention visuelle compense les limites de l'acuité visuelle et les effets de *crowding* a été récemment décrite dans un modèle computationnel (BRAID) de reconnaissance de mots (Phénix, 2018). En se déployant sur la séquence des lettres à lire, l'attention augmente la lisibilité des lettres selon la quantité d'attention allouée à chaque position (Figure 3c et 3d).

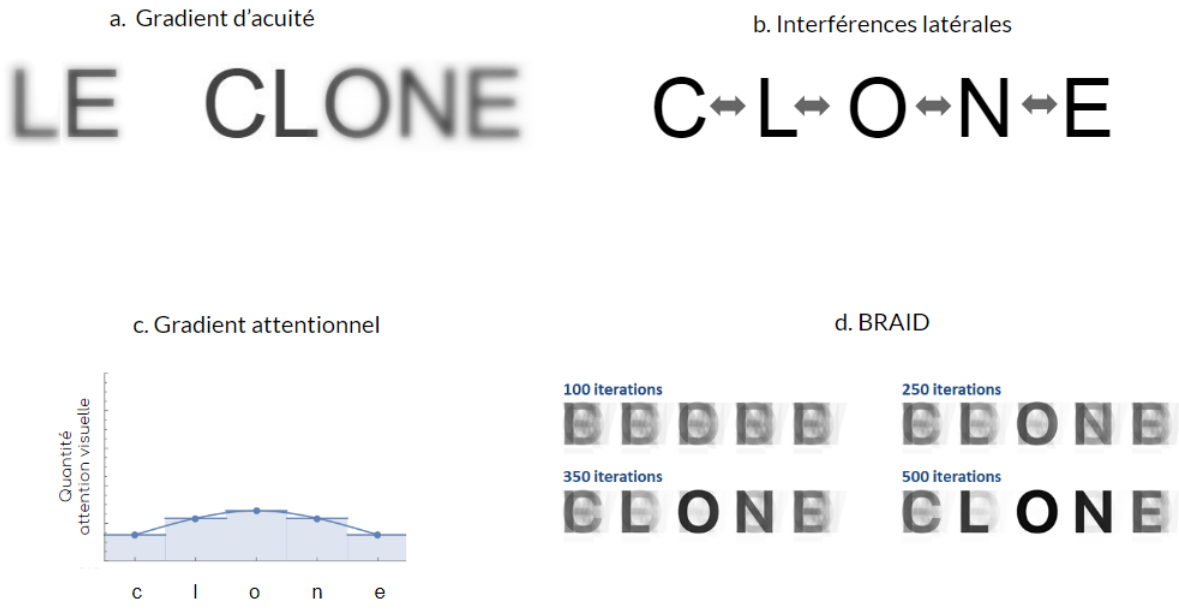


Figure 3: Illustration des effets du gradient d'acuité (a) et du mécanisme d'interférence latérale (b), de la répartition des ressources attentionnelles sur les lettres du mot (c), et de l'évolution de l'analyse visuelle du mot (d) durant les 500 premières itérations réalisées par le modèle BRAID. Tiré de Phénix, 2018.

L'attention joue donc un rôle central en lecture en facilitant l'identification des lettres qui composent les mots.

4. Rôle de l'attention visuelle dans l'apprentissage de la lecture

La plupart des modèles théoriques d'apprentissage de la lecture accordent un rôle central au traitement phonologique dans le développement des connaissances lexicales et ne reconnaissent aucune implication de l'attention visuelle dans l'apprentissage de la lecture (Pritchard, Coltheart, Marinus, & Castles, 2018; Share, 1995, 1999; Ziegler, Perry & Zorzi, 2014). Cependant, les premières modélisations de la lecture estimaient au contraire que l'attention jouait un rôle central dans cet apprentissage (LaBerge & Samuels, 1974). La mise en évidence de troubles de l'attention visuelle dans le contexte des dyslexies développementales conforte ces premiers modèles et suggère un rôle majeur de l'attention dans l'apprentissage de la lecture.

Parmi les nombreuses dimensions de l'attention visuelle, seulement deux semblent associées à l'apparition d'un trouble dyslexique chez l'enfant : soit il y a un déficit de déplacement attentionnel (temporel ou spatial) qui est décrit en association avec le trouble phonologique (Facoetti, Paganoni, Turatto, Marzola, & Mascetti, 2000; Hari & Renvall, 2001), soit il y a un déficit du déploiement attentionnel, ou trouble de l'empan visuo-attentionnel (VA), observé chez des enfants qui ne présentent pas de trouble phonologique. Dans cette partie, nous nous intéresserons uniquement à ce dernier cas. L'empan visuo-attentionnel correspond au nombre d'éléments visuels distincts qui peuvent être simultanément identifiés en une fixation. Les capacités d'empan VA dépendent à la fois de la dispersion des ressources attentionnelles et de la quantité totale d'attention disponible (Lobier et al., 2013). Plusieurs travaux ont montré que, parmi les personnes atteintes de dyslexie, certaines présentent un déficit de l'empan visuo-attentionnel : elles ne peuvent traiter qu'un nombre limité d'éléments visuels en une fixation unique, soit en un seul déploiement attentionnel (Bosse et al., 2007 ; Peyrin, Démonet, N'Guyen-Morel, Le Bas, & Valdois, 2011; Valdois, Peyrin, et al., 2014; Zoubrinetzky et al., 2014, 2016). L'empan visuo-attentionnel se mesure par le biais d'épreuves où plusieurs stimuli visuels sont simultanément présentés à l'écran pendant un temps suffisamment court pour empêcher toute saccade oculaire. Ces stimuli peuvent être aussi bien des stimuli verbalisables (lettres ou chiffres) que des stimuli non familiers et non verbalisables, comme des pseudo-lettres ou des caractères non connus d'un autre alphabet (Lobier, Zoubrinetzky, & Valdois, 2012). Le nombre d'éléments visuels traités simultanément est plus faible chez un sous-groupe de personnes dyslexiques que chez des sujets normo-lecteurs et les faibles performances sur les épreuves d'empan visuo-attentionnel contribuent à expliquer leur faible niveau de lecture (Valdois, 2017). On peut d'ailleurs démontrer qu'un entrainement intensif qui entraîne une amélioration de l'empan visuo-attentionnel se traduit par de meilleures performances en lecture (Valdois et al., 2014 ; Zoubrinetzky et al., soumis).

D'autres études montrent que l'empan visuo-attentionnel est impliqué dans l'apprentissage de la lecture en général. En effet, lorsque l'on mesure l'empan visuo-attentionnel d'enfants qui débutent leur apprentissage de la lecture, ainsi que leurs compétences phonologiques, leur mémoire à court terme et leur QI, on se rend compte qu'en contrôlant tous les autres facteurs, l'empan visuo-attentionnel est un prédicteur des capacités de lecture en fin de CP (Bosse & Valdois, 2009). De plus, l'empan visuo-attentionnel augmente au fur et à mesure des années de scolarité. Contrairement aux compétences phonologiques qui sont davantage prédictives en début d'apprentissage, son influence se manifeste sur le score en lecture tout au long de la

scolarité primaire. Elle tend à diminuer pour les mots réguliers et les pseudo-mots, mais reste stable pour la lecture des mots irréguliers. Au-delà du score, l'empan VA contribue notamment à expliquer la vitesse de lecture (Bosse & Valdois, 2009; Lobier, Dubois, & Valdois, 2013). Cela suggère que l'empan visuo-attentionnel est impliqué dans l'acquisition des représentations orthographiques, de manière précoce et continue (voir Bosse, Chaves, Largy & Valdois, 2015).

Au départ, l'apprenti lecteur décode un mot en déchiffrant de manière séquentielle et analytique les lettres qui le composent. L'accroissement de la familiarité des lettres et la mémorisation progressive des unités traitées libèrent des ressources attentionnelles qui sont progressivement dévolues au traitement d'unités orthographiques de plus en plus longues, comme des graphèmes longs, des syllabes, ou même des mots entiers (Valdois et al., 2004). Au fur et à mesure que l'enfant poursuit son apprentissage, il passe ainsi d'un mode de lecture analytique à un mode de lecture global, passage qui se traduit notamment par la diminution progressive des effets de longueur (Aghababian & Nazir, 2000). En accord avec ce scénario, les enfants dyslexiques qui présentent un trouble de l'empan visuo-attentionnel sont particulièrement en difficulté lors de la lecture des mots irréguliers ; ils ont tendance à les lire de manière séquentielle, ce qui conduit à des erreurs de régularisation (Bouvier-Chaverot, Peiffer, N'Guyen-Morel & Valdois, 2012 ; Dubois et al., 2010). Ils ont aussi plus souvent tendance que les enfants dont la dyslexie est associée à un trouble phonologique à faire des erreurs de segmentation graphémique : les graphèmes longs sont lus comme deux graphèmes courts (OIN lu O-IN par exemple ; Zoubrinetzky et al., 2014). Le ralentissement en lecture et l'accroissement des effets de longueur sont d'autant plus marqués que l'empan visuo-attentionnel est plus faible (Bosse & Valdois, 2009 ; van den Boer et al., 2013).

5. Entrainer l'attention visuelle pour mieux lire ?

Comme nous l'avons vu précédemment, que ce soit dans des configurations normales ou pathologiques, l'empan visuo-attentionnel est étroitement lié à l'apprentissage de la lecture. Un empan suffisamment grand traduit davantage de ressources attentionnelles permettant une bonne identification des lettres dans des conditions de dispersion plus large, ceci permet de mieux traiter les unités orthographiques (graphèmes longs et syllabes) qui composent les mots et contribue à faciliter le décodage. Nous faisons donc l'hypothèse que proposer des outils d'entrainement de l'empan visuo-attentionnel aux enfants dont les capacités d'attention visuelle sont limitées contribuerait d'une part à prévenir l'apparition de difficultés en lecture, si les entrainements sont proposés en classe en début d'apprentissage, et d'autre part à remédier aux troubles de l'attention visuelle dans le cadre de prises en charge spécifiques.

Les premiers travaux réalisés dans ce sens concernent la remédiation de l'empan visuo-attentionnel auprès d'enfants dyslexiques qui présentent un déficit de l'empan visuo-attentionnel (Valdois, 2017b). Une première batterie d'exercices visuels appelée COREVA (Valdois, Bosse, & Peyrin, 2014; diffusée par la société SBT « Happy Neuron » à Lyon) a été proposée dans le cadre d'une étude de cas (Valdois, Peyrin, et al., 2014). L'étude a montré qu'un entraînement intensif avec COREVA conduisait à une amélioration significative de l'empan visuo-attentionnel et entraînait un gain substantiel en lecture. Néanmoins, le recours

à des exercices « papier-crayon » a des limites, ce qui nous a conduit à nous orienter vers des outils informatisés.

L'utilisation d'un support informatique présente l'avantage de pouvoir contrôler précisément le temps de présentation des informations visuelles et de pouvoir adapter la progression des exercices aux besoins de chaque enfant, si bien que les outils numériques d'entrainement donnent en général de meilleurs résultats que leurs équivalents sur papier (Mioduser, Tur-Kaspa, & Leitner, 2000). Le logiciel informatique MAEVA (Lobier, 2008) a été développé pour entraîner l'empan visuo-attentionnel. Dans MAEVA, les items à traiter sont des séquences qui peuvent être constituées de lettres et de chiffres (ex : TF5D3V), ou de caractères non connus comme des formes géométriques quelconques, des pseudo-lettres ou des caractères hiragana (caractères d'un alphabet japonais). Les séquences étaient présentées à l'écran pour des durées variables (de 500 ms à 100 ms) qui diminuaient progressivement au cours de l'entraînement de façon à contraindre les enfants à traiter les éléments de chaque séquence en parallèle. La taille des séquences était également manipulée : elle augmentait au fur et à mesure que l'enfant progressait. Après présentation de la séquence à traiter, les enfants devaient effectuer une tache de catégorisation. On pouvait par exemple leur demander de décider si des éléments de familles différentes constituaient la séquence (lettres et formes géométriques par exemple) ou encore de dire combien d'éléments de chaque famille avaient été présentés. L'entraînement était intensif (15 mn par jour, 5 jours par semaine durant 6 semaines). Afin de mesurer l'effet spécifique de MAEVA, les effets de l'entraînement ont été comparés à ceux observés lors de l'utilisation d'un logiciel d'entraînement de la perception catégorielle des phonèmes. Les enfants dyslexiques engagés dans l'étude commençaient par un des deux entraînements durant 6 semaines ; leur empan visuo-attentionnel et leur performance en lecture étaient ensuite évalués ; puis ils s'entraînaient sur le second logiciel durant 6 semaines, avant une évaluation finale. Les enfants étaient répartis en deux groupes : l'entraînement de l'empan VA était proposé le premier à la moitié des enfants, l'autre moitié commençait par l'entraînement de la perception catégorielle. Les résultats (Zoubrinetzky, Collet, Valdois & Serniclaes, soumis) montrent une amélioration significative des capacités d'empan VA suite à l'entraînement MAEVA uniquement. Cette amélioration est associée à une lecture plus performante des mots irréguliers. Le nombre de mots lus par minute augmente plus fortement suite à cet entraînement que lorsque les enfants entraînent leurs capacités de perception catégorielle.

Ces différents résultats montrent qu'une remédiation de l'attention visuelle proposée à des populations qui présentent un faible empan visuo-attentionnel permet d'améliorer leurs performances en lecture. Il est donc probable qu'un entraînement de l'attention visuelle reprenant des taches similaires en début d'apprentissage aurait un effet bénéfique sur le futur niveau de lecture des élèves. Un tel entrainement mis en place au début du CP devrait améliorer leurs capacités d'empan visuo-attentionnel et, ainsi, favoriser l'apprentissage de la lecture. Cette amélioration devrait être d'autant plus forte que l'attention visuelle des sujets est plus faible avant l'entraînement.

6. Les jeux vidéo d'action, des alliés inattendus

Un type d'entrainement a eu des effets inattendus sur les performances en lecture et l'attention visuelle : les jeux vidéo d'action (voir article d'Irène Altarelli et Daphné Bavelier du présent numéro). Ces jeux ont un impact bien documenté sur plusieurs dimensions de l'attention visuelle, et une étude menée par des chercheurs italiens (Franceschini et al., 2013) suggère qu'ils auraient aussi un effet positif sur les performances en lecture.

Dans cette étude, les enfants dyslexiques ont été séparés en deux groupes. Le premier groupe a reçu un entraînement de 12h sur des jeux vidéo d'action, et le deuxième un entrainement de la même durée sur un jeu contrôle (jeu de mémoire). Les auteurs ont mesuré les performances des enfants en lecture de mots et de pseudo-mots et en attention visuelle avant et après entraînement. Pour mesurer les performances en attention visuelle, les enfants ont réalisé une tâche où des séquences de 8 pseudo-lettres étaient présentées pendant 100 ms, suivies ou précédées d'un astérisque qui indiquait la position de la pseudo-lettre à identifier. Lorsque l'astérisque indiquant la position de la cible est présenté avant la séquence, l'enfant peut diriger ses ressources attentionnelles vers la cible avant son apparition. Lorsque l'astérisque est présenté après la séquence, l'enfant n'a pas d'information a priori sur la position de la pseudo-lettre à identifier et doit donc distribuer son attention sur la totalité de la séquence pour pouvoir ensuite identifier la pseudo-lettre cible parmi des distracteurs.

Au terme de l'entraînement, seul le groupe ayant été entraîné aux jeux vidéo d'action a significativement amélioré ses performances aux tâches d'attention visuelle et en lecture . En regardant le détail des scores, il s'avère que les enfants de ce groupe ont augmenté leur vitesse de lecture sans augmenter le nombre d'erreurs : l'augmentation du ratio vitesse/précision ne résulte donc pas d'un compromis entre ces deux dimensions mais bien d'une véritable amélioration des performances en lecture. L'amélioration de la vitesse de lecture (0,39 syllabe/seconde) est d'ailleurs du même ordre que celle obtenue par une méthode d'entraînement aux correspondances graphème/phonème utilisée en remédiation de la dyslexie (Tressoldi, Lorusso, Brenbati, & Donini, 2007). Ces résultats, qui ont depuis été reproduits avec des enfants anglophones (Franceschini et al., 2017), sont d'autant plus surprenants que les jeux d'action utilisés n'avaient pas été développés pour la remédiation des troubles dyslexiques.

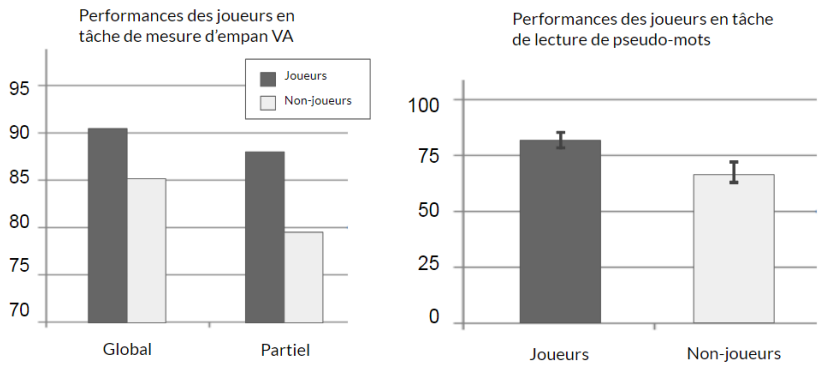


Figure 4: Taux de réussite sur les épreuves de report global et partiel, utilisées pour mesurer l'empan visuo-attentionnel (gauche), et en lecture rapide de pseudo-mot (droite). En gris foncé, les performances des joueurs de jeux vidéo d'action ; en gris clair, les performances des non-joueurs. Adapté de (Antzaka et al., 2017).

Afin de mieux comprendre le lien entre les dimensions attentionnelles impliquées en lecture et la pratique des jeux vidéo, une autre étude a testé l'hypothèse d'une relation entre la pratique des jeux vidéo d'action et l'empan visuo-attentionnel (Antzaka et al., 2017). Les participants étaient de jeunes adultes normo-lecteurs. Ils ont été séparés en deux groupes en fonction de leur pratique des jeux vidéo d'action : un groupe était constitué de joueurs de jeux d'action (au moins 5h de pratique par semaine) et l'autre groupe comportait des non-joueurs. Les participants ont effectué des tâches de report global et partiel de lettres afin de mesurer leur empan visuo-attentionnel. Des séquences de six consonnes étaient présentées à l'écran pendant 200 ms et les participants devaient soit énoncer le nom des lettres qu'ils avaient pu identifier (report global) soit énoncer le nom d'une des lettres de la séquence (report partiel) dont la position était indiquée par un indice présenté après disparition de la séquence. Ils ont également effectué une épreuve de lecture de pseudo-mots en temps limité. La lecture des pseudo-mots était particulièrement difficile dans la mesure où le temps de présentation, limité à 60 ms, forçait un traitement global (et non séquentiel) de la séquence. Les résultats montrent que les joueurs de jeux vidéo d'action ont des performances supérieures à celles des non-joueurs dans les tâches de report partiel et global de séquences de lettres (voir Figure 4). Ils sont capables de traiter davantage de lettres en parallèle que les non-joueurs. De plus, les joueurs ont de meilleures performances en lecture. Alors que les non-joueurs sont capables de lire correctement 68% des pseudo-mots présentés, les joueurs de jeux vidéo lisent correctement 79% des pseudo-mots, ce qui révèle une lecture parallèle plus efficace. Les résultats montrent également que plus l'empan visuo-attentionnel des participants est élevé, meilleure est leur performance en lecture. L'empan visuo-attentionnel pourrait donc être un des liens entre la pratique des jeux vidéo d'action et les performances en lecture.

7. Conclusion

La lecture nécessite le traitement visuel de la séquence des lettres du mot et implique, de ce fait, des mécanismes visuels généraux, comme le gradient d'acuité, le *crowding* et l'attention visuelle, qui interviennent dans le traitement de toute scène visuelle. La quantité d'attention disponible lors du traitement et son déploiement sur la séquence de lettres, mesurés par l'empan visuo-attentionnel, modulent l'efficacité du traitement et ont un impact direct sur la lecture et son apprentissage. Ainsi, un empan visuo-attentionnel plus grand est associé à de meilleures performances en lecture et certaines formes de dyslexies développementales sont associées à un empan visuo-attentionnel réduit. Des outils d'entraînement de l'empan visuo-attentionnel ont été validés et l'utilisation d'outils numériques est particulièrement recommandée. Le lien inattendu entre les jeux vidéo d'action et la lecture suggère au chercheur une nouvelle piste à explorer : les jeux vidéo d'action semblent un outil prometteur pour l'entrainement des dimensions de l'attention visuelle impliquées en lecture. Leur aspect ludique les rend de plus tout à fait adaptés pour un usage ciblé en prévention de l'apparition des difficultés de lecture. De nouvelles études doivent être menées afin d'évaluer l'efficacité de tels entraînements dans le but, à terme, de les proposer en classe en prévention d'éventuelles difficultés dans l'apprentissage de la lecture.

Bibliographie :

Aghababian, V., & Nazir, T. A. (2000). Developing normal reading skills: aspects of the visual processes underlying word recognition. Journal of Experimental Child Psychology, 76(2), 123–150.

Antzaka, A., Lallier, M., Meyer, S., Diard, J., Carreiras, M., & Valdois, S. (2017). Enhancing reading performance through action video games: The role of visual attention span. Scientific Reports, 7(1), 1–10. http://doi.org/10.1038/s41598-017-15119-9

Auclair, L., & Siéroff, E. (2002). Attentional cueing effect in the identification of words and pseudowords of different length. Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A: Human Experimental Psychology, 55(2), 445–463. http://doi.org/10.1080/02724980143000415

Bosse, M. L., & Valdois, S. (2009). Influence of the visual attention span on child reading performance: A cross-sectional study. Journal of Research in Reading, 32(2), 230–253. http://doi.org/10.1111/j.1467-9817.2008.01387.x

Bosse, M.L., Chaves, N., Largy, P. & Valdois, S (2015). Orthographic learning during reading: The role of whole word visual processing. *Journal of Research in Reading, 38, 2, 141-158*. DOI:10.1111/j.1467-9817-2012-01551.x

Bouvier-Chaverot, M., Peiffer, E., N'Guyen Morel, M.A. & Valdois, S (2012). Un cas de dyslexie développementale avec trouble isolé de l'empan visuo-attentionnel. Revue de Neuropsychologie, 4, 1, 24-35.

Caravolas, M., Lervåg, A., Defior, S., Seidlová Málková, G., & Hulme, C. (2013). Different Patterns, but Equivalent Predictors, of Growth in Reading in Consistent and Inconsistent Orthographies. Psychological Science, 24(8), 1398–1407. http://doi.org/10.1177/0956797612473122

Carrasco, M. (2011). Visual attention: The past 25 years. Vision Research, 51(13), 1484–1525. http://doi.org/10.1016/j.visres.2011.04.012

Castiello, U., & Umiltá, C. (1990). Size of the Attentional focus and efficiency of processing. Acta Psychologica, 73, 195–209.

Conseil national d'évaluation du système scolaire. (2016). Lire, comprendre, apprendre : Comment soutenir le développement de compétences en lecture? Retrieved from https://www.cnesco.fr/fr/lire-comprendre-apprendre/

Dubois M, Kyllingsbaek S, Prado C, Peiffer E, Lassus-Sangosse D, et Valdois S. (2010). Fractionating the multi-element processing deficit in developmental dyslexia: Evidence from two case studies, Cortex, 46 (6): 717-738.

Facoetti, A., Paganoni, P., Turatto, M., Marzola, V., & Mascetti, G. (2000). Visual-Spatial Attention in Developmental Dyslexia. Cortex, 36(1), 109–123. http://doi.org/10.1016/S0010-9452(08)70840-2

Fougnie, D., Cockhren, J., & Marois, R. (2018). A common source of attention for auditory and visual tracking. Attention, Perception, & Psychophysics, 1–13. http://doi.org/10.3758/s13414-018-1524-9

Franceschini, S., Gori, S., Ruffino, M., Pedrolli, K., & Facoetti, A. (2012). A causal link between visual spatial attention and reading acquisition. Current Biology, 22(9), 814–819. http://doi.org/10.1016/j.cub.2012.03.013

Franceschini, S., Gori, S., Ruffino, M., Viola, S., Molteni, M., & Facoetti, A. (2013). Action Video Games Make Dyslexic Children Read Better. Current Biology, 23(6), 462–466. http://doi.org/10.1016/j.cub.2013.01.044

Franceschini, S., Trevisan, P., Ronconi, L., Bertoni, S., Colmar, S., Double, K., … Gori, S. (2017). Action video games improve reading abilities and visual-to-auditory attentional shifting in English-speaking children with dyslexia. Scientific Reports, 7(1), 1–12. http://doi.org/10.1038/s41598-017-05826-8

Goswami, U. (2015). Sensory theories of developmental dyslexia: Three challenges for research. Nature Reviews Neuroscience, 16(1), 43–54. http://doi.org/10.1038/nrn3836

Hari, R., & Renvall, H. (2001). Impaired processing of rapid stimulus sequences in dyslexia. Trends in Cognitive Sciences, 5(12), 525–532. http://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01801-5

Jans, B., Peters, J. C., & De Weerd, P. (2010). Visual Spatial Attention to Multiple Locations at Once: The Jury Is Still Out. Psychological Review, 117(2), 637–682. http://doi.org/10.1037/a0019082

LaBerge, D., & Samuels, S. J. (1974). Toward a theory of automatic information processing in reading. Cognitive Psychology, 6(2), 293–323. http://doi.org/10.1016/0010-0285(74)90015-2

Lachter, J., Ruthruff, E., Lien, M. C., & McCann, R. S. (2008). Is attention needed for word identification? Evidence from the Stroop paradigm. Psychonomic Bulletin and Review, 15(5), 950–955. http://doi.org/10.3758/PBR.15.5.950

Lobier, M. (2008). Conception d'un logiciel de rééducation des troubles de l'empan visuo-attentionnel. Université Grenoble Alpes, Grenoble.

Lobier, M., Dubois, M., & Valdois, S. (2013). The Role of Visual Processing Speed in Reading Speed Development, 8(4). http://doi.org/10.1371/journal.pone.0058097

Lobier, M., Zoubrinetzky, R., & Valdois, S. (2012). The visual attention span deficit in dyslexia is visual and not verbal. Cortex, 48(6), 768–773. http://doi.org/10.1016/j.cortex.2011.09.003

Martelli, M., Di Filippo, G., Spinelli, D. & Zoccolotti, P.L. (2009). Crowding, reading and developmental dyslexia. *Journal of Vision*, 9, 4, 1-18.

McCann, R. S., Folk, C. L., & Johnston, J. C. (1992). The role of spatial attention in visual word processing. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 18(4), 1015–1029. http://doi.org/10.1037/0096-1523.18.4.1015

Melby-Lervåg, M., Lyster, S.-A. H., & Hulme, C. (2012). Phonological skills and their role in learning to read: A meta-analytic review. Psychological Bulletin, 138(2), 322–352. http://doi.org/10.1037/a0026744

Ministère de l'Éducation nationale. (2016). Ressources maternelle : Mobiliser le langage dans toutes ses dimensions. Retrieved from http://cache.media.eduscol.education.fr/file/Langage/59/8/Ress_c1_Section_2_par

Mioduser, D., Tur-Kaspa, H., & Leitner, I. (2000). The learning value of computer-based instruction of early reading skills. Journal of Computer Assisted Learning, 16(1), 54–63.

Peyrin, C., Démonet, J. F., N'Guyen-Morel, M. A., Le Bas, J. F., & Valdois, S. (2011). Superior parietal lobule dysfunction in a homogeneous group of dyslexic children with a visual attention span disorder. Brain and Language, 118(3), 128–138. http://doi.org/10.1016/j.bandl.2010.06.005

Phénix, T. (2018). Modélisation bayésienne algorithmique de la reconnaissance visuelle de mots et de l'attention visuelle. Université Grenoble Alpes.

Phénix, T., Diard, J., & Valdois, S. (2017). Les modèles computationnels de lecture. In Sato, M. and Pinto, S., editors, Traité de Neurolinguistique, pages 167–182. De Boeck supérieur : Louvain-la-Neuve, Belgique.

Posner, M. (1980). Orienting of Attention. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 32, 3–25. http://doi.org/10.1080/00335558008248231

Pritchard, S. C., Coltheart, M., Marinus, E., & Castles, A. (2018). A Computational Model of the Self-Teaching Hypothesis Based on the Dual-Route Cascaded Model of Reading. Cognitive Science, 42(3), 722–770. http://doi.org/10.1111/cogs.12571

Robidoux, S., & Besner, D. (2015). Conflict resolved: On the role of spatial attention in reading and color naming tasks. Psychonomic Bulletin and Review, 22(6), 1709–1716. http://doi.org/10.3758/s13423-015-0830-7

Share, D. L. (1995). Phonological recoding and self-teaching: sine qua non of reading acquisition. Cognition, 55(2), 151–218. http://doi.org/10.1016/0010-0277(94)00645-2

Share, D. L. (1999). Phonological Recoding and Orthographic Learning: A Direct Test of the Self-Teaching Hypothesis. Journal of Experimental Child Psychology, 72(2), 95–129. http://doi.org/10.1006/jecp.1998.2481

Tressoldi, P., Lorusso, M. L., Brenbati, F., & Donini, R. (2007). Fluency Remediation in Dyslexic Children: Does Age Make a Difference? Dyslexia, 16, 300–317. http://doi.org/10.1002/dys

Valdois, S. (2010). Trouble de l'empan visuo-attentionnel dans les dyslexies développementales: de la théorie à la pratique clinique. In S. Chokron & J.F. Démonet (Eds). Approche neuropsychologique des troubles des apprentissages (p. 91-116). Solal éditeur : Marseille.

Valdois, S. (2017a). Les troubles visuels en contexte dyslexique: existe-t-il des dyslexies d'origine visuelle ? In S. Casalis (Ed.): Les dyslexies. Masson : Paris.

Valdois, S. (2017b). Entraîner l'attention visuelle pour remédier aux troubles de la lecture. ANAE, 148, 1-11.

Valdois, S., Bosse, M. L., & Peyrin, C. (2014). COREVA : exercices progressifs d'entrainement des capacités d'empan visuo-attentionnel. OrthoEdition.

Valdois, S., Bosse, M. L., & Tainturier, M. J. (2004). The cognitive deficits responsible for developmental dyslexia: Review of evidence for a selective visual attentional disorder. Dyslexia, 10(4), 339–363. http://doi.org/10.1002/dys.284

Valdois, S., Peyrin, C., Lassus-Sangosse, D., Lallier, M., Demonet, J. F., & Kandel, S. (2014). Dyslexia in a French-Spanish bilingual girl: Behavioural and neural modulations following a visual attention span intervention. Cortex, 53(1), 120–145. http://doi.org/10.1016/j.cortex.2013.11.006

Van den Boer, M., de Jong, P.F. & Haentjens-van Meeteren, M.M. (2013). Modeling the length effect : Specifying the relation with visual and phonological correlates of reading. *Scientific Studies of Reading*, 17, 4, 243-256.

Waechter, S., Besner, D., & Stolz, J. A. (2011). Basic processes in reading: Spatial attention as a necessary preliminary to orthographic and semantic processing. Visual Cognition, 19(2), 171–202. http://doi.org/10.1080/13506285.2010.517228

Ziegler, J.C., Perry, C., & Zorzi, M. (2014). Modelling reading development through phonological decoding and self-teaching: implications for dyslexia. *Philosophical transactions of the Royal Society,* B369, 20120397.

Zoubrinetzky, R., Bielle, F., & Valdois, S. (2014). New insights on developmental dyslexia subtypes: heterogeneity of mixed reading profiles. PLoS One, 9, e99337.

Zoubrinetzky, R., Collet, G., Serniclaes, W., Nguyen-Morel, M.A., & Valdois, S. (2016). Relationships between categorical perception of phonemes, phonemic awareness, and visual attention span in developmental dyslexia. PLoS One, 11, e0151015.

Zoubrinetzky, R., Collet, G., Nguyen-Morel, M.A., Valdois, S. & Serniclaes, W. (submitted). Remediation of allophonic perception and visual attention span in developmental dyslexia: a joint assay.